ارزیابی تلفیق سامانه‌های جمع‌آوری آب با سوپرجاذب و مواد آلی در استقرار باغ‌های بادام در شرایط دیم

عباس یداللهی[۱]*، نوربخش تیموری، وحید عبدوسی و سعادت ساریخانی خرمی

استادیار گروه علوم باغبانی دانشگاه تربیت مدرس، تهران؛
Yadollah@modares.ac.ir
دانشجوی کارشناسی ارشد گروه علوم باغبانی دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات تهران؛
nourbakhsh1355@yahoo.com
استادیار گروه علوم باغبانی دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات تهران؛
abdossi@yahoo.com
دانشجوی کارشناسی ارشد گروه علوم باغبانی دانشگاه تربیت مدرس، تهران؛
Sarikhani.saadat@gmail.com

چکیده

ایران سرزمین خشک و نیمه‌خشک است که بخش قابل توجهی از اراضی آن، سیل‌خیز یا شیب‌دار می‌باشد. توسعه باغ‌های دیم، به عنوان یکی از راهکارهای اساسی در راستای افزایش سطح زیر کشت در این اراضی به‌شمار می‌رود. لذا این پژوهش به منظور ارزیابی تلفیق سامانه جمع‌آوری آب با سوپرجاذب و مواد آلی در احداث باغ‌های بادام دیم در منطقه روانسر، استان کرمانشاه، طی سال‌های ۱۳۸۹-۱۳۸۸ انجام گرفت. این پژوهش، در قالب آزمایش فاکتوریل بر پایه طرح کاملاً تصادفی با ۳ تکرار پایه‌ریزی شد. فاکتور اصلی در این آزمایش، سه نوع سیستم احداث باغ بادام دیم و فاکتور فرعی شامل سه رقم بادام (شاهرود ۷، ۱۰ و ۱۲) بود. نتایج آزمایش نشان داد که استفاده از سامانه جمع‌آوری آب به همراه سوپرجاذب و مواد آلی، بیشترین میزان رطوبت نسبی خاک را در هر دو سال داشت. در سال اول، تیمار سامانه جمع‌آوری آب همراه با سوپرجاذب و مواد آلی، از نظر میزان رطوبت نسبی خاک، اختلاف معنی‌داری با تیمار سامانه جمع‌آوری آب بدون سوپرجاذب و مواد آلی نداشت، اما هر دو تیمار برتری معنی‌داری نسبت به تیمار سوپرجاذب و مواد آلی بدون سامانه جمع‌آوری آب داشتند. در سال دوم، بیشترین میزان رطوبت نسبی خاک مربوط به روش سامانه جمع‌آوری آب همراه با کاربرد سوپرجاذب و مواد آلی بود که این افزایش رطوبت در سال دوم، به دلیل افزایش میزان بارندگی بود که سبب افزایش شاخص‌های رویشی نهال بادام نسبت به دو تیمار دیگر شد. در بین ارقام بادام، ارقام شاهرود ۷ و ۱۲ به دلیل خصوصیات رویشی بهتر نسبت به رقم شاهرود ۱۰، با شرایط خشکی و دیم سازگارتر بودند. به‌طور کلی، در احداث باغ‌های بادام دیم، ارقام بادام شاهرود ۷ و ۱۲و همچنین سامانه جمع‌آوری آب همراه با سوپرجاذب و مواد آلی پیشنهاد می‌شود.

کلمات کلیدی: سازگاری، رطوبت خاک، مواد آلی، رشد رویشی، آب نسبی برگ.

---

۱. نویسنده مسئول، آدرس: تهران، دانشگاه تربیت مدرس، دانشکده کشاورزی، گروه علوم باغبانی

* دریافت: مهر، ۱۳۹۰ و پذیرش: اسفندماه، ۱۳۹۰

مقدمه

میانگین کل بارندگی ایران ۲۴۷ میلی‌متر است که در مقایسه با آسیا (۴۸۰ میلی‌متر) و جهان (۸۵۰ میلی‌متر) بسیار کم می‌باشد. همین امر سبب شده تا ایران یک سرزمین خشک و نیمه‌خشک محسوب شود و عمده اراضی قـــابل کشت آن، تحت کشت قرار نگیرد (رستگار، ۱۳۷۳). از طرفی، حدود ۵۵ درصد از مناطق کشور سیل‌خیز یا شیب‌دار است. یکی از راهکارهای اساسی به منظور افزایش سطح زیر کشت و ایجاد اشتغال پایدار در این اراضی شیب‌دار، ایجاد باغ‌های دیم با در نظر گرفتن تکنیک‌های مناسب است. همچنین، حدود ۸۵ درصد آب کشور در بخش کشاورزی مورد استفاده قرار می‌گیرد. لذا، احداث باغ‌های دیم، علاوه بر استفاده مناسب از اراضی شیب‌دار، به عنوان راهکاری مناسب در راستای اصلاح الگوی مصرف آب به‌شمار می‌روند (یداللهی و ساریخانی خرمی، ۱۳۹۰).

بادام سازگاری بالایی با مناطق نیمه خشک دارد (ایساکادیس و همکاران، ۲۰۰۴؛ میرعلی و نابولسی، ۲۰۰۳). کارآیی مصرف آب بالا و عملکرد مناسب سبب شده است تا از بادام در احیاء اراضی طبیعی و تخریب شده استفاده شود (آزدو و همکاران، ۱۳۸۲؛ فائوست، ۱۹۸۸؛ وست‌وود، ۱۹۹۳). به دلیل کارآمد بودن بادام در مصرف آب و با توجه به محدودیت منابع آب، توسعه کشت بادام در مناطق سازگار با آن، می‌تواند به پیشرفت صنعت باغبانی کشور کمک شایانی کند (یداللهی، ۱۳۸۶).

توسعه درختان مقاوم به خشکی در مناطقی با محدودیت آبی بسیار اهمیت دارد. گسترش کشت و بهبود عملکرد گیاه در شرایط سخت می‌تواند با استفاده از برنامه‌های اصلاحی و عملیات زراعی انجام پذیرد. انجام برنامه‌های اصلاحی نیاز به دانش بالایی در مورد عوامل فیزیکی و شیمیایی درخت دارد (آل-هربی و همکاران، ۱۹۹۹). مواد ضد تعرق با کاهش میزان تعرق، می‌توانند در کاهش تنش آبی وارده به درخت موثر باشند (انگلرت و همکاران، ۱۹۹۳)، اما این مواد اثری منفی بر باز شدن روزنه‌ها و به دنبال آن کم شدن میزان فتوسنتز دارند (آل هربی و همکاران، ۱۹۹۹). از دیگر عملیات‌های زراعی موثر بر افزایش مقاومت درختان در مناطق با محدودیت آبی، کاربرد برخی مواد نظیر بقایای گیاهی، کود دامی، کمپوست و پلی‌مرهای سوپرجاذب است. این دسته مواد می‌توانند مقادیر متفاوتی آب در خود ذخیره نموده و قابلیت نگهداری و ذخیره‌سازی آب را در خاک افزایش دهند. آب ذخیره شده به وسیله این مواد، تحت شرایط کم آبی در خاک آزاد شده و مورد استفاده ریشه‌ها قرار می‌گیرد (یزدانی و همکاران، ۱۳۸۶).

کاربرد پلی‌مرهای سوپرجاذب در کشاورزی، به دلیل نقش این مواد در افزایش ظرفیت نگهداری و جذب آب در خاک به منظور مقابله با شرایط کم آبی و کاهش اثر تنش خشکی از اهمیت بسزایی برخوردار است (بورانیز و همکاران، ۱۹۹۵). سوپرجاذب‌ها باعث افزایش ظرفیت نگهداری آب، به ویژه در خاک‌های شنی می‌شود (هاترمنن و همکاران، ۱۹۹۹). همچنین، کاربرد این ترکیبات در خاک موجب کاهش وزن مخصوص ظاهری خاک نیز می‌شود (آل-حمید و مفتاح، ۲۰۰۷). مطالعه اثر سوپرجاذب بر خصوصیات فیزیکی خاک نشان داده است که سوپر جاذب‌ها باعث افزایش تخلخل خاک و ظرفیت نگهداری آب می‌شوند (گنجی‌خرم‌دل، ۱۳۷۸).

جلیلی و همکاران (۱۳۸۶) گزارش کردند که کاربرد پلی‌مر سوپرجاذب در خاک محیط اطراف ریشه بادام سبب افزایش رطوبت نسبی خاک نسبت به تیمار شاهد (بدون سوپرجاذب) شد. ایشان گزارش کردند که بین میزان سوپرجاذب و درصد رطوبت در لایه سطحی خاک رابطه مستقیم وجود دارد. در حالی‌که در اعماق پائین‌تر این رابطه معکوس شود. پلی‌مرهای سوپرجاذب تنش خشکی ناشی از آبیاری کم را کاهش می‌دهند. کاربرد ۰/۳ درصد وزنی پلی‌مر سوپرجاذب در محیط ریشه درخت زیتون، می‌تواند شاخص‌های رشد رویشی درختان زیتون مانند رشد طولی، رشد قطری، سطح برگ و تعداد شاخه‌ها را افزایش دهد (طلایی و همکاران، ۱۳۸۸).

استفاده از سامانه‌های جمع‌آوری آب[1] که به عنوان سیستمی برای جمع‌آوری رواناب‌های سطحی در فواصل کمتر از ۱۰۰ متر و ذخیره آن در محیط ریشه تعریف می‌شود، نیز یک روش مناسب برای کشت و پرورش محصولات کشاورزی در مناطق خشک است (لی و همکاران، ۲۰۰۵). سامانه‌های جمع‌آوری آب در برگیرنده سطوح جمع‌آوری رواناب (حوضه آبگیر) و تشت کاشت (حوضه نفوذ) می‌باشد. حوضه نفوذ محل تمرکز رواناب و کاشت گیاه می‌باشد (میلینی و همکاران، ۲۰۰۵). سامانه‌های جمع‌آوری آب افزون بر کاهش رواناب به میزان ۴۵/۴-۱۳/۳ درصد، با افزایش نفوذ رواناب به داخل خاک، میزان رطوبت نسبی خاک را افزایش می‌دهند (پرینز، ۱۹۹۴؛ شارما، ۱۹۸۶). استفاده از این تکنیک سبب افزایش رشد درختان و درختچه‌ها در شرایط خشک و نیمه خشک می‌شود (اوجاسوی و گویال، ۱۹۹۹). این افزایش همبستگی مثبتی با اندازه سامانه جمع‌آوری آب نشان می‌دهد به گونه‌ای که با افزایش اندازه حوضه آبگیر، صفات رویشی گیاهان به طور معنی‌داری افزایش می‌یابد (لی و همکاران، ۲۰۰۵).

با توجه به فراوانی زمین‌های شیب‌دار ولی مستعد برای کشاورزی و همچنین میزان بالای فرسایش خاک در نتیجه چرای بی‌رویه و کاهش پوشش گیاهی در ایران، بویژه در منطقه غرب کشور، احداث باغ‌های دیم می‌تواند افزون بر جلوگیری از فرسایش خاک، سبب افزایش ذخایر آب زیرزمینی و همچنین بهبود وضعیت اقتصادی ساکنین این منطقه شود. هدف از انجام این پژوهش، بررسی کارآیی روش‌های تلفیقی در احداث باغ‌های بادام دیم با استفاده از سوپرجاذب‌ها و سامانه‌های جمع‌آوری آب و تعیین سازگارترین رقم بادام با منطقه کرمانشاه می‌باشد.

مواد و روش‌ها

این آزمایش طی دو فصل زراعی در سال‌های ۱۳۸۸ و ۱۳۸۹، در منطقه کوهستانی روانسر واقع در شمال غربی استان کرمانشاه به طول جغرافیایی۴۶ درجه و ۴۰ دقیقه، عرض جغرافیایی ۳۴ درجه و ۴۲ دقیقه، ارتفاع از سطح دریا ۱۳۳۶ متر و میانگین بارندگی سالانه ۵۲۳ میلی‌متر (جدول ۱) انجام شد. مواد گیاهی مورد استفاده در این آزمایش شامل ارقام بادام شاهرود ۷، ۱۰ و ۱۲ بود که روی دانهال بادام تلخ پیوند شده بودند. دانهال‌های بادام در زمان کاشت در زمین اصلی یکساله بودند. خاک محل آزمایش از نوع لومی رسی (۳۴ درصد رس، ۳۱/۴ درصد سیلت، ۳۴/۶ درصد شن) و شیب زمین ۱۸-۱۵ درصد بود. در این آزمایش، سه تیمار سیستم کاشت درختان بادام تحت شرایط دیم مورد ارزیابی قرار گرفت. سیستم کاشت اول (T_1) شامل احداث سامانه جمع‌آوری آب به همراه کاربرد سوپرجاذب و مواد آلی (ضایعات پوسیده شیرین بیان و کلش) بود. بدین منظور، در زمینی به مساحت ۳۰۰۰ متر مربع، چاله‌هایی با ابعاد ۱×۱×۱ متر و با فاصله ۶×۶ متر از یکدیگر حفر شد، کف چاله با یک لایه پلاستک ۱×۲ متر پوشانده شد، به طوری‌که یک متر از پلاستیک خارج از چاله قرار گرفت. بر روی پلاستیک، یک لایه ۱۰ سانتی‌متری ضایعات شیرین بیان و کلش ریخته شد. پس از مواد آلی، ۴۰ سانتی‌متر از گودال به وسیله خاک سطحی به همراه سوپرجاذب پر شد و نهال بادام یکساله در این بستر کشت شد. سوپرجاذب مورد استفاده در این آزمایش از نوع استاکوزورب با اندازه ذرات ۲- ۰/۸ میلی‌متر بود که به میزان ۱۵۰ گرم به ازای هر چاله در نظر گرفته شد. این مقدار قبل از استفاده، به مدت ۲۰ دقیقه با ۱۵ لیتر آب ترکیب شد و به صورت ژل مورد استفاده قرار گرفت. قسمت باقیمانده چاله تا ۱۰ سانتی‌متری لبه چاله با خاک پر شد. در تمام چاله‌های کشت به منظور ایجاد فیلتر شنی، در زمان کاشت یک لوله پلی‌اتیلن به قطر چهار سانتی‌متر در قسمت بالا دست درخت در داخل چاله قرار داده شد که داخل آن با سنگریزه پر شد و برای جلوگیری از دست رفتن آب، قسمت بالای لوله به کمک نایلون پوشانده شد. این لوله در زمان بارندگی از خاک بیرون کشیده شد که این امر سبب ایجاد یک منفذ برای

[1]. Micro Catchment Water Harvesting (MCWH)

نفوذ آب به ناحیه ریشه شد. به عبارت دیگر، با کاربرد فیلتر شنی، آب آبیاری و یا آبی که در پای درخت جمع می‌شد، در سطح خاک باقی نمانده و بلافاصله خود را از طریق فیلتر شنی به عمق خاک رسانده و از تبخیر مصون باقی می‌ماند. سیستم کاشت دوم (T_2) نیز همانند سیستم کاشت اول در نظر گرفته شد، با این تفاوت که در این سیستم کاشت به چاله کاشت مواد آلی (ضایعات شیرین بیان و کلش) و سوپرجاذب اضافه شد. برای تمام نهال‌ها در سیستم کاشت T1 و T2، سامانه‌ی جمع‌آوری آب با بانکت‌های لوزی شکل (به ابعاد ۶ × ۶ متر) در نظر گرفته شد که در هر سامانه یک نهال در قسمت حوضه نفوذ کاشته شد. در سیستم کاشت سوم (T_3)، سامانه جمع‌آوری آب در نظر گرفته نشد، ولی فرآیند حفر چاله و کشت نهال های پیوندی همانند سیستم کاشت اول بود و به تمام چاله های کاشت در این سیستم، سوپرجاذب و مواد آلی اضافه شد.

جدول ۱- میزان بارندگی (میلی‌متر) در منطقه روانسر (محل آنجام پژوهش) طی سال‌های ۱۳۸۹-۱۳۸۸.

سال	فروردین	اردیبهشت	خرداد	تیر	مرداد	شهریور	مهر	آبان	آذر	دی	بهمن	اسفند	مجموع
۱۳۸۸	۷۲/۳	۱۵/۹	۰/۶	۰	۰	۱۳/۹	۲/۵	۱۸۸/۹	۵۱/۴	۴۷/۱	۹۲/۵	۸۶/۹	۵۷۲
۱۳۸۹	۸۸/۳	۱۱۴/۷	۰/۴	۰	۰	۰	۱/۳	۹/۵	۵۶/۶	۵۷/۹	۱۰۱/۲	۳۱/۹	۴۶۱/۸

صفات مورد مطالعه در این آزمایش (شامل میزان رشد رویشی سال جاری، سطح مقطع تنه، سطح برگ، میزان کلروفیل، غلظت عناصر غذایی برگ (ازت کل، پتاسیم، فسفر و منیزیم)، میزان آب نسبی برگ[1] و رطوبت خاک) در سال اول و دوم پس از کاشت درختان مورد ارزیابی قرار گرفتند. به منظور محاسبه سطح مقطع تنه، اندازه‌گیری قطر تنه درخت طی دو مرحله، در ابتدا و انتهای فصل رشد با استفاده از کولیس دیجیتال با دقت ۰/۰۱ میلی‌متر (Mitutoyo, Japan) صورت گرفت. اندازه‌گیری‌ها در هر دو مرحله در ۱۰ سانتی‌متری بالای محل پیوند انجام گرفت. رشد رویشی براساس میزان رشد شاخه سال جاری بر حسب میلی‌متر اندازه‌گیری شد. همچنین، از هر درخت تعداد ۱۰ برگ به صورت تصادفی انتخاب و سطح آن‌ها با استفاده از دستگاه اندازه‌گیری سطح برگ[2] اندازه‌گیری شد. میزان کلروفیل برگ در اواسط مرداد سال اول اندازه‌گیری شد. بدین منظور، با استفاده از استون ۸۰ درصد، از یک گرم بافت برگ عصاره‌گیری شد و میزان جذب عصاره در طول موج های ۶۶۳ و ۶۴۵ نانومتر با استفاده از دستگاه اسپکتروفتومتر قرائت شد. در نهایت میزان کلروفیل a، b و کلروفیل کل براساس فرمول زیر بر حسب میلی‌گرم بر گرم وزن‌تر بافت بدست آمد:

(۱) کلروفیل (a) = ۱۲/۲۵ (D۶۶۳) - ۲/۷۹ (D۶۴۵)

(۲) کلروفیل (b) = ۲۱/۵۰ (D۶۴۵) - ۵/۱۰ (D۶۶۳)

(۳) کلروفیل کل = ((۲۰/۲(D۶۴۵) + ۸/۰۲ (D۶۶۳))/۱۰۰) × (وزن نمونه/حجم استون مصرف شده)

D: مقدار جذب با استفاده از دستگاه اسپکتروفتومتر در دو طول موج ۶۴۵ و ۶۶۳ نانومتر.

به منظور اندازه‌گیری میزان مواد معدنی برگ، نمونه‌گیری در اواخر خرداد صورت گرفت (ملکوتی و همکاران، ۱۳۸۷). اندازه‌گیری میزان نیتروژن به روش تیتراسیون، پس از تقطیر با استفاده از سیستم اتوماتیک کجل تک اتوآنالیزر، اندازه‌گیری شد. محتوی پتاسیم برگ با استفاده از دستگاه فلیم‌فتومتر و به روش نشر شعله‌ای اندازه‌گیری شد. به منظور اندازه گیری میزان فسفر و منیزیم برگ به ترتیب از روش کالریمتری و جذب اتمی شعله

[1] . Relative Water Content (RWC)

[2] Leaf Area Meter

استفاده شد. رطوبت نسبی خاک از طریق اندازه‌گیری رطوبت به روش وزنی (علیزاده، ۱۳۷۸) در چهار نوبت خرداد، تیر، مرداد و شهریور با برداشت نمونه از عمق ۴۰ سانتی‌متری مورد ارزیابی قرار گرفت. همچنین، میزان آب نسبی برگ با کمک فرمول زیر در هر سال سه بار، در ماه‌های خرداد، تیر و مرداد اندازه‌گیری شد.

$$RWC= ((FW-DW)/(TW-DW)) \times 100 \qquad (۴)$$

که در آن: (FW: وزن تر نمونه، DW: وزن خشک نمونه، TW: وزن نمونه در حالت تورگر)

این پژوهش در قالب آزمایش فاکتوریل بر پایه طرح کاملا تصادفی با سه تکرار پایه‌ریزی شد. همچنین، برای کاهش خطای آزمایش، تعداد دو درخت در هر واحد آزمایشی در نظر گرفته شد. فاکتور اصلی در این آزمایش، نوع سیستم کاشت (سه روش احداث باغ) و فاکتور فرعی شامل سه رقم بادام شاهرود ۷، ۱۰ و ۱۲ بود. داده‌ها با استفاده از نرم افزار SPSS تجزیه و با استفاده از همین نرم افزار و با آزمون چند دامنه‌ای دانکن، مقایسه میانگین‌ها در سطح احتمال یک و پنج درصد انجام شد.

نتایج

میزان رشد رویشی و سطح مقطع تنه

تجزیه واریانس (جدول ۲) گواه از معنی‌دار بودن اثر سال بر فاکتور میزان رشد رویشی بود. در واقع، روند رشد رویشی تیمارها در طی دو سال متفاوت بود. می‌توان نتیجه گرفت که فاکتورهای محیطی بر رشد رویشی اثر معنی‌داری داشت. از نظر میزان رشد رویشی سال جاری، اثر متقابل رقم و سیستم کشت و همچنین اثر رقم به تنهایی معنی‌دار نشد، اما اختلاف معنی‌داری در سطح پنج درصد بین سیستم‌های کاشت از نظر میزان رشد رویشی سال جاری مشاهده شد. به طوری‌که نتایج مقایسه میانگین نشان داد که بیشترین میزان رشد رویشی در سال اول متعلق به سیستم کشت T1 و T2 بود (جدول ۳). در صورتی که بیشترین میزان رشد رویشی در سال دوم، مربوط به تیمار سیستم کشت T1 است. سیستم کشت T3 در هر دو سال، کمترین میزان رشد رویشی را داشت (جدول ۳).

همان طور که جدول تجزیه واریانس (جدول ۲) نشان می‌دهد، اثر سال، رقم و سیستم کاشت و همچنین اثر متقابل آن‌ها بر سطح مقطع تنه در سطح یک درصد معنی‌دار بود. به عبارت دیگر، اثر متقابل سیستم کشت و رقم در سال دوم، برخلاف سال اول، معنی‌دار بود. به طوری‌که رقم شاهرود ۷ و ۱۰ در سیستم کاشت T1، دارای بیشترین میزان سطح مقطع تنه در سال دوم بودند و اختلاف معنی‌داری با سایر تیمارها داشتند. تیمار رقم شاهرود ۱۰ در سیستم کاشت T2 دارای کمترین میزان سطح مقطع تنه بود. بین سایر تیمارها اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد و تیمارها در یک سطح آماری قرار داشتند (جدول ۴).

محتوای آب نسبی برگ و رطوبت خاک

بر طبق جدول تجزیه واریانس (جدول ۲)، داده‌های محتوی آب نسبی برگ و رطوبت نسبی خاک در دو سال، با یکدیگر اختلاف معنی‌داری نداشتند. به عبارت دیگر، اثر سال بر محتوای آب نسبی برگ و رطوبت نسبی خاک معنی‌دار نبود. همچنین، اثر متقابل سیستم کاشت و رقم و اثر رقم بر محتوی آب نسبی برگ و رطوبت نسبی خاک معنی‌دار نبود. اما اثر سیستم کاشت بر میزان رطوبت نسبی خاک و محتوی آب نسبی برگ در سطح یک درصد معنی‌دار بود. به طوری‌که بیشترین میزان رطوبت نسبی خاک در ماه‌های خرداد و مرداد به سیستم کاشت و در تیرماه به سیستم کاشت T1 و T2 تعلق داشت. سیستم کاشت T3 در هر سه دوره اندازه‌گیری، دارای کمترین میزان رطوبت نسبی خاک بود. همچنین، در هر سه دوره اندازه‌گیری محتوی آب نسبی برگ، درختان موجود در سیستم کاشت T1 و T2 دارای بیشترین و درختان موجود در سیستم کاشت T3 دارای کمترین محتوی آب نسبی برگ بودند (جدول ۳).

جدول ۲- تجزیه واریانس برخی صفات مورد مطالعه در آزمایش طی سال‌های ۱۳۸۹-۱۳۸۸

منابع تغییرات	سال	خطای آزمایش ۱	سیستم کاشت	رقم	سیستم کاشت×رقم	سال×سیستم کاشت	سال×رقم	سال×سیستم کاشت×رقم	خطای آزمایش ۲
درجه آزادی	۱	۴	۲	۲	۴	۲	۲	۴	۳۲
رشد رویشی سال جاری	۱۱/۶**	۰/۲	۱/۱*	۰/۲۳	۰/۳۶	۰/۶۷	۰/۰۷	۰/۵۶	۰/۲۶
سطح مقطع تنه	۳۳۰/۳**	۱۲/۹	۳۲۴/۴**	۱۱۴/۳**	۸۸/۸**	۱۸۵/۵**	۲۰/۹	۳۷/۳*	۱۲/۱
میزان پتاسیم برگ	۰/۰۷	۰/۱۹	۲/۴۰**	۰/۵۶*	۰/۳۲*	۰/۰۷	۰/۰۲	۰/۰۰۵	۰/۱۳
میزان منیزیم برگ	۰/۱۴**	۰/۰۱	۰/۰۵*	۰/۰۳*	۰/۰۱**	۰/۰۳**	۰/۰۰۵	۰/۰۳	۰/۰۰۸
میزان ازت برگ	۰/۲۱	۰/۱۲	۰/۲۴	۰/۱۰	۰/۰۹	۰/۵۱*	۰/۱۱	۰/۳۹	۰/۰۷
میزان فسفر برگ	۰/۰۶	۰/۰۰۴	۰/۰۰۵	۰/۰۰۰۲	۰/۰۰۳	۰/۰۱*	۰/۰۰۰۷	۰/۰۰۳	۰/۰۰۴
رطوبت خاک	۲/۶	۲/۶	۸۱/۵**	۳/۹	۲/۱	۳/۵	۳/۳	۲/۲	۱/۵
محتوی آب نسبی برگ	۲۲/۶۸	۷/۸۰	۹۸۹/۶**	۵۰/۵۹	۳۶/۳	۷/۷	۲۲/۱۴	۲۳/۶	۳۵/۱

* و ** به ترتیب بین تیمارها اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال پنج و یک درصد وجود دارد..

جدول ۳- اثر سیستم کاشت بر رشد رویشی، میزان آب نسبی برگ و رطوبت نسبی خاک در طول آنجام آزمایش (۱۳۸۹-۱۳۸۸)

سیستم کاشت	رشد رویشی (میلی‌متر)		میزان آب نسبی برگ (درصد)			رطوبت نسبی خاک (درصد)		
	سال اول	سال دوم	خرداد ماه	تیر ماه	مرداد ماه	خرداد ماه	تیر ماه	مرداد ماه
T1	۱۲۳/۸ a	۵۹۴ a	۸۰/۲ a	۷۳/۷ a	۶۹ b	۱۹/۶ a	۱۵ a	۱۴/۳ a
T2	۱۲۱/۶ a	۲۴۵/۶ b	۸۲/۸ a	۷۸/۳ a	۷۵/۱ a	۱۵/۷ b	۱۳/۷ a	۱۱/۴ b
T3	۷۸/۶ b	۷۵ c	۷۲/۱ b	۶۵/۱ b	۶۳/۱ b	۱۳/۷ b	۱۰/۸ b	۹/۲ c

جدول ۴- اثر سیستم کاشت و رقم بر صفات سطح مقطع تنه و میزان پتاسیم برگ بادام در طول انجام آزمایش (۱۳۸۹-۱۳۸۸)

سیستم کاشت	رقم	سطح مقطع تنه (cm^2)	میزان پتاسیم برگ (٪)
T1	شاهرود ۷	۴/۱۵a	۱/۱۵۳ b
	شاهرود ۱۰	۴/۹۱a	۱/۶۳۳ ab
	شاهرود ۱۲	۲/۵۴ab	۱/۸۵۰ a
T2	شاهرود ۷	۲/۲۷ab	۰/۸۶۳ b
	شاهرود ۱۰	۰/۴۶b	۰/۹۱۰ b
	شاهرود ۱۲	۲/۵۴ab	۱/۳۱۶ b
T3	شاهرود ۷	۱/۵۴ab	۱/۷۵۳ a
	شاهرود ۱۰	۱/۳۳ab	۲/۱۵۰ a
	شاهرود ۱۲	۱/۷۷ab	۱/۷۲۳ a

در هر ستون تیمارهایی که حداقل در یک حرف مشترک می‌باشند، از نظر آماری در سطح احتمال یک درصد اختلاف معنی‌داری وجود ندارد.

میزان عناصر معدنی

اثر هر یک از فاکتورهای اصلی و فرعی و اثر متقابل آن‌ها بر میزان ازت و فسفر برگ معنی‌دار نشد (جدول ۲). برهمکنش سال، سیستم کاشت و رقم اثر معنی‌داری بر محتویات منیزیم برگ در سطح احتمال یک درصد داشت (جدول ۲). به طوری‌که اثر متقابل سیستم کاشت و رقم در سال اول معنی‌دار شد. اما در سال دوم، اثر متقابل سیستم کاشت و رقم معنی‌دار نبود. همان طور که جدول (۶) نشان می‌دهد، در سال اول، رقم شاهرود ۷ در سیستم کاشت T1 دارای بیشترین محتویات منیزیم برگ بود و با دو تیمار رقم شاهرود ۱۰ در سیستم کاشت T1 و T2 از نظر آماری اختلاف معنی‌داری نداشت. تیمار رقم شاهرود ۱۲ در سیستم کاشت T1 و رقم شاهرود ۷ در سیستم کاشت T3، کمترین محتویات منیزیم برگ را دارا بودند (جدول ۶). میزان پتاسیم برگ در دو سال اختلاف معنی‌داری با یکدیگر نداشت (جدول ۲)، لذا داده‌های سال دوم به عنوان تکراری برای داده‌های سال اول در نظر گرفته شد و بعد از ترکیب داده‌ها، مقایسه میانگین انجام گرفت. اثر متقابل سیستم کاشت و رقم بر میزان پتاسیم برگ، اختلاف معنی‌داری در سطح پنج درصد نشان داد. محتویات پتاسیم برگ رقم شاهرود ۱۲ در سیستم کاشت T1 و ارقام شاهرود ۷، ۱۰ و ۱۲ در سیستم کاشت T3 به صورت معنی‌داری بیشتر از سایر تیمارها بود. کمترین میزان پتاسیم در تیمارهای شاهرود ۷ در سیستم کاشت T2، شاهرود ۷ در سیستم کاشت T1 و شاهرود ۱۰ و ۱۲ در سیستم کاشت T2 مشاهده شد (جدول ۴).

میزان کلروفیل a، b و کلرفیل کل و سطح برگ

بررسی میزان کلروفیل a نشان داد که اثر سیستم کاشت در سطح پنج درصد، رقم در سطح یک درصد و اثر متقابل بین سیستم کاشت و رقم در سطح یک درصد معنی‌دار شد (جدول ۵). همان طور که جدول مقایسه میانگین‌ها (جدول ۶) نشان می‌دهد، تمام ارقام در سیستم کاشت T3 و ارقام شاهرود ۷ و ۱۲ در سیستم کاشت T2 و همچنین رقم ۱۲ در سیستم کاشت T1، از نظر میزان کلروفیل a در یک سطح بوده و بیشترین مقدار کلروفیل a را دارا بودند. رقم شاهرود ۱۲ در سیستم کاشت T1 و رقم شاهرود ۱۰ در سیستم کاشت T2 دارای کمترین میزان کلروفیل a بود، ولی سایر تیمارها اختلاف معنی‌داری نشان ندادند (جدول ۶). رقم شاهرود ۱۰ در سیستم کاشت T2 و رقم شاهرود ۱۲ در سیستم کاشت T3، کمترین میزان کلروفیل *b* را دارا بودند. در سایر تیمارها، تفاوت معنی‌داری از نظر محتوای کلروفیل *b* مشاهده نشد. میزان کلروفیل کل نیز در تیمار های شاهرود ۱۰ در سیستم کشت T2 و شاهرود ۱۲ در سیستم کشت T3 به‌طور معنی‌داری کمتر از سایر تیمار ها بود (جدول ۶).

جدول ۵- تجزیه واریانس صفت کلروفیل در سال اول انجام آزمایش (۱۳۸۸)

منابع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات			
		کلروفیل a	کلروفیل b	کلروفیل کل	مساحت سطح برگ
تکرار	۲	۰/۰۰۰۳*	۰/۰۱۳	۰/۰۱۷	۹۳۴/۲۹
سیستم کشت	۲	۰/۰۰۶*	۰/۱۶۰**	۰/۲۰۸**	۵۹۸۸۱/۱۳**
رقم	۲	۰/۰۱۱**	۰/۱۴۰**	۰/۲۲۸**	۲۴۵۶۴/۹۵**
سیستم کشت × رقم	۴	۰/۰۱۳**	۰/۱۷۰**	۰/۲۸۰**	۴۳۶۸۲/۳۱**
خطای آزمایش	۱۶	۰/۰۰۱	۰/۰۱۶	۰/۰۲۲	۳۸۲/۶۲

* و ** به ترتیب بین تیمارها اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال پنج و یک درصد وجود دارد..

جدول تجزیه واریانس گواه از معنی‌دار بودن اثر متقابل سیستم کاشت و رقم بر سطح برگ بادام بود (جدول ۵). تیمار رقم شاهرود ۷ در سیستم کاشت T1 با سطح برگی معادل ۱۱۵/۲ سانتی‌متر مربع، دارای بیشترین میزان سطح برگ بود و با تیمارهای رقم شاهرود ۷ و ۱۰ در سیستم کاشت T2 اختلاف معنی‌داری نشان نداد. تیمار شاهرود ۱۰ و شاهرود ۱۲ در سیستم کاشت T1 کمترین میزان سطح برگ را دارا بودند. در سایر تیمار ها تفاوت معنی داری از نظر سطح برگ مشاهده نشد (جدول ۶).

جدول ۶- اثر متقابل سیستم کاشت و رقم بر برخی صفات فیزیولوژیکی و مورفولوژیکی بادام در سال اول انجام آزمایش (۱۳۸۸)

سیستم کاشت	رقم	میزان کلروفیل (میلی گرم بر گرم وزن‌تر بافت)			سطح برگ (سانتی‌متر مربع)	میزان منیزیم برگ (٪)
		کلروفیل a	کلروفیل b	کلروفیل کل		
T1	شاهرود ۷	۰/۱۴۶b	۰/۵۹۸a	۰/۷۴۵a	۱۱۵/۲a	۰/۷۳ a
	شاهرود ۱۰	۰/۱۷۰ab	۰/۶۳۷a	۰/۸۰۸a	۳۱/۷b	۰/۶۱ a
	شاهرود ۱۲	۰/۲۲۸a	۰/۷۸۲a	۱/۰۱۱a	۱۲/۰b	۰/۳۹ b
T2	شاهرود ۷	۰/۱۹۰a	۰/۹۴۹a	۱/۱۳a	۶۱/۳a	۰/۴۵ b
	شاهرود ۱۰	۰/۰۵۰b	۰/۳۸۵b	۰/۴۳۵b	۸۳/۱a	۰/۶۱ a
	شاهرود ۱۲	۰/۲۵۰a	۱/۱۱a	۱/۳۶۵a	۴۵/۲ab	۰/۵۲ ab
T3	شاهرود ۷	۰/۲۱۹a	۰/۹۶۰a	۱/۱۸۰ab	۵۰/۷ab	۰/۳۹ b
	شاهرود ۱۰	۰/۲۴۱a	۰/۹۹۷a	۱/۲۳۹a	۵۰/۸ab	۰/۴۴ b
	شاهرود ۱۲	۰/۱۹۳a	۰/۸۶۰b	۱/۰۵۳b	۴۸/۱ab	۰/۴۰b

در هر ستون تیمارهایی که حداقل در یک حرف مشترک می‌باشند، از نظر آماری در سطح احتمال یک درصد اختلاف معنی‌داری وجود ندارد.

بحث و نتیجه‌گیری

آب نسبی برگ گیاهان تحت تنش آبی کم می‌شود و محتوای آب نسبی برگ و رطوبت نسبی خاک همبستگی منفی با میزان کلروفیل دارد (یداللهی، ۱۳۸۶). نتایج این آزمایش نیز حاکی از این بود که در تیمارهایی که محتوی آب نسبی برگ پائین می‌باشد، میزان کلروفیل برگ بالاتر است. به عبارت دیگر، کمترین میزان آب نسبی برگ و رطوبت خاک، در هر دو سال انجام آزمایش مربوط به سیستم کاشت ۳ (یعنی احداث باغ با مواد آلی و سوپرجاذب و بدون در نظر گرفتن سامانه جمع‌آوری آب) بود و درختان

موجود در این سیستم کاشت دارای میزان کلروفیل برگ بالایی بودند. به نظر می‌رسد، به دلیل کمبود رطوبت نسبی خاک و به دنبال آن آب نسبی برگ، میزان کلروفیل در واحد سطح افزایش یافته است تا انرژی بیشتری برای مقاومت به تنش خشکی فراهم نماید که این افزایش میزان کلروفیل a، b و کل در ارقام شاهرودی ۷ و ۱۲ بیشتر است (جدول ۶).

بین آب نسبی برگ و رطوبت نسبی خاک یک همبستگی مثبت وجود دارد. مطالعات روی آنالیز پروفیل خاک نشان داده است، رطوبت نسبی خاک در سطوحی که دارای سامانه‌های جمع‌آوری آب هستند، از ۱۷ درصد به ۷۰ درصد افزایش می‌یابد (علی و یازار، ۲۰۰۷). در پژوهش حاضر، دو سیستم کاشت که دارای سامانه جمع‌آوری آب بودند، نسبت به شاهد میزان رطوبت نسبی خاک بیشتری داشتند و افزایش میزان رطوبت نسبی خاک باعث افزایش آب نسبی برگ، رشد رویشی، سطح برگ و افزایش اندازه تاج درخت می شود. لی و همکاران (۲۰۰۵) گزارش کردند، سامانه جمع‌آوری آب اثر معنی‌دار و مثبتی بر خصوصیات رشد، وزن درخت، قطر تنه و ابعاد طوقه *Tamarix* داشته که با افزایش سطح حوضه آبگیر، این خصوصیات رشد افزایش می‌یابند. نتایج بدست آمده در این آزمایش نیز نشان داد که در سیستم های کشت دارای سامانه‌های جمع‌آوری آب، رطوبت نسبی خاک در طول فصل بالاتر است و درختان کشت شده از نظر فاکتورهای رشدی برتر بودند. همچنین، گزارش شده است که افزایش سرعت رشد درختان در سامانه‌های جمع‌آوری آب، باعث تسریع عبور درخت از فاز رویشی به فاز زایشی شده و عملکرد گیاه نیز بیشتر می‌شود. نتایج تحقیقات نشان داده است که جمع‌آوری آب باران در منطقه‌ای با شیب ۲/۵ درصد و میزان بارندگی ۲۰۰ میلی‌متر، عملکرد بادام را تا ۴۰ برابر نسبت به شاهد افزایش می‌دهد (گازپور، ۱۹۹۷). نتایج مشابهی نیز در انگور تحت شرایط دیم گزارش شده است (سپاسخواه و فولادوند، ۲۰۰۴).

گنجی خرم‌دل (۱۳۷۸) گزارش کرده است که استفاده از سوپرجاذب باعث افزایش میزان رطوبت در خاک‌های شنی، لوم شنی و لومی می‌شود. در پژوهش حاضر، استفاده از سوپرجاذب و مواد آلی به همراه سامانه جمع‌آوری آب باعث افزایش میزان رطوبت نسبی خاک (از نوع لومی رسی) شد. لیکن، این رطوبت در سال اول به سهولت در دسترس گیاه قرار نگرفت که می‌تواند علت این امر را استقرار گیاه و حرکت کند ریشه به سمت سوپرجاذب دانست که در سال دوم آزمایش با توسعه بیشتر ریشه، این عمل بهتر انجام گرفت. به‌علاوه، با توجه به ماهیت ساختاری، سوپرجاذب‌ها دارای فشار اسمزی بالایی هستند که حاصل از اختلاف غلظت یون، بین ژل متورم و محلول بیرونی می‌باشد. یون‌های متحرک در ژل نمی‌تواند آن را ترک کنند و تنها راه کاهش فشار اسمزی جذب آب و تورم است. لذا، سوپرجاذب آب خود را حتی تحت فشار نیز حفظ می‌نماید. در این آزمایش هر چند در تیمار سامانه جمع‌آوری آب به همراه سوپرجاذب و مواد آلی میزان رطوبت نسبی خاک بیشتر است، اما این رطوبت قابل دسترس برای گیاه نیست. در این تیمار، میزان رشد رویشی در سال اول با تیمار سامانه جمع‌آوری آب بدون سوپرجاذب اختلاف معنی‌داری نداشت. ضمن این که اندازه سطح برگ و تاج درخت در تیمار سامانه جمع‌آوری آب بدون سوپرجاذب نسبت به تیمار سامانه جمع‌آوری آب با سوپرجاذب بیشتر بود.

طلایی و همکارن (۱۳۸۸) گزارش کرده اند که با کاربرد پلی‌مرهای سوپرجاذب، شاخص‌های رشد در زیتون نسبت به شاهد افزایش یافت. لیکن، در این آزمایش مشاهده شد که اختلاف معنی‌داری بین تیمار سامانه جمع‌آوری آب با سوپرجاذب و تیمار سامانه جمع‌آوری آب بدون سوپرجاذب وجود ندارد. با توجه به این که این آزمایش در شرایط کاملاً دیم انجام شده است، لذا احتمالاً سوپرجاذب‌ها برای گسترش به حضور آب آزاد نیاز دارند و برای استخراج آب از محیط کشت اشباع نشده، ناتوان هستند. به نظر می‌رسد برای این که سوپرجاذب‌ها مؤثر باشند، باید پتانسیل

آب درحد ظرفیت مزرعه باشد. در این آزمایش نیز مشاهده شد که با توسعه بیشتر ریشه‌ها، نقش سوپرجاذب و سامانه جمع‌آوری آب نسبت به سال اول چشمگیرتر بود. گزارش شده است که در استفاده از سوپرجاذب، میزان رطوبت قابل استفاده بین ۱/۷ تا ۲/۶ برابر در خاک لوم شنی، ۱/۳ تا ۲/۱ برابر در خاک لومی و در خاک رسی حداکثر تا ۱/۸ برابر افزایش می‌یابد. در پژوهش حاضر نیز بافت خاک از نوع لومی‌رسی بود که احتمالاً نوع بافت خاک محل آزمایش، نیز از دیگر فاکتورهای تاثیرگذار در آزاد سازی رطوبت و میزان رطوبت قابل استفاده توسط سوپرجاذب بوده است.

افزایش نمک باعث بالا رفتن فشار اسمزی محلول (پایین رفتن پتانسیل اسمزی) شده و این عمل باعث می‌شود که مولکول‌های آب به سختی از محلول جدا شده و وارد ریشه شود. در این آزمایش، میزان پتاسیم قابل جذب خاک بالا بود (داده های ارائه نشده). جذب آب به وسیله ریشه از یک محل رقیق به مراتب ساده‌تر از یک محلول غلیظ صورت می‌گیرد. فشار اسمزی یک خاصیت تلفیقی است و بیشتر از این که به غلظت یک یون وابسته باشد، به مجموع غلظت نمک‌ها بستگی دارد. به عبارت دیگر، تمام یون‌ها به یک صورت باعث افزایش فشار اسمزی می‌شوند و لذا اثر آنها تجمعی است. هدایت الکتریکی(Ec) اندازه‌گیری شده در سیستم‌های کاشت T3، T1 و T2 به ترتیب ۰/۹۱ ، ۰/۳۸ ، ۰/۶۷ میلی‌موس بر سانتی‌متر بود و احتمالاً همین امر یکی از دلایل آب نسبی برگ بیشتر در سیستم‌های کاشت T1 و T2 و خصوصیات رویشی بهتر در این تیمارها است.

در سال اول با وجود عدم توسعه سیستم ریشه، رشد نهال‌ها در همه تیمارها به خوبی انجام شد که بیانگر سازگاری بادام با شرایط دیم می‌باشد. همچنین، بیشترین میزان رشد رویشی مربوط به رقم شاهرود ۱۲ و کمترین میزان رشد رویشی مربوط به رقم شاهرود ۱۰ بود. در سال دوم، سیستم کاشت سامانه جمع‌آوری آب با سوپرجاذب و مواد آلی باعث افزایش خصوصیات رویشی نهال بادام شد که به نظر می‌رسد در نتیجه توسعه بیشتر ریشه در سال دوم و کارآیی مناسب سامانه‌های جمع‌آوری آب به همراه مواد آلی و سوپرجاذب می‌باشد. در نهایت، بر مبنای نتایج حاصل از این آزمایش، به منظور احداث باغ‌های بادام دیم، ارقام بادام شاهرود ۷ و ۱۲و همچنین سامانه جمع-آوری آب همراه با سوپرجاذب و مواد آلی پیشنهاد می شود.

منابع

۱. آزدو، ض.، غ. ر. گودرزی، و ح، سردابی. ۱۳۸۲. آزمایش جنگلکاری ۱۴ ژنوتیپ بادام درشرایط دیم درشهرستان اراک. تحقیقات جنگل و صنوبر ایران . جلد ۱۱، شماره ۲، صص. ۲۰۳-۲۱۸.

۲. جلیلی، خ.، ج. جلیلی، و ه، سهرابی. ۱۳۸۶. تحلیل وضعیت ماندگاری رطوبت در پروفیل خاک تحت تاثیر سطوح مختلف تیمار سوپرجاذب. سومین کنفرانس سراسری آبخیزداری و مدیریت منابع آب و خاک، کرمان، آذر ماه ۱۳۸۶.

۳. رستگار، م.ع. ۱۳۷۳. دیمکاری. انتشارات برهمند. ۳۷۸ ص.

۴. طلایی، ع.، ع.، اسدزاده، م. ع. عسکری، و س. م. ر. بهبانی. ۱۳۸۸. بررسی تاثیر هیدروژل سوپرجاذب در کاهش خشکی درختان میوه زیتون. همایش ملی بحران آب در کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه آزاد اسلامی شهر ری، تهران.

۵. علیزاده، ا. ۱۳۷۸. رابطه آب و خاک و گیاه. انتشارات آستان قدس رضوی: ۴۸۴ ص.

۶. گنجی‌خرم‌دل، ن. ۱۳۷۸. تاثیر پلیمر جاذب رطوبت PR 3500A روی برخی خصوصیات فیزیکی خاک. پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه تربیت مدرس. تهران.

۷. ملکوتی، م.ج.، پ. کشاورز، و ن. ع. کریمیان. ۱۳۸۷. روش جامع تشخیص و توصیه بهینه کود برای کشاورزی پایدار. انتشارات دانشگاه تربیت مدرس: ۷۵۵ ص.

۸. یداللهی، ع. ۱۳۸۶. سیانوژنز و تنش خشکی در ژنوتیپ‌های تلخ و شیرین بادام. رساله دکتری گروه علوم باغبانی، دانشگاه تربیت مدرس. تهران.

۹. یداللهی، ع. و س، ساریخانی خرمی. ۱۳۹۰. کاربرد پلیمرهای سوپرجاذب در مدیریت بحران خشکسالی و اصلاح الگوی مصرف آب؛ راهکاری عملی برای افزایش راندمان آب آبیاری. فصل نامه مدیریت آب، شماره ۴.

۱۰. یزدانی، ف.، ا.ا.، دادی، غ. ع. اکبری، و م. ر. بهبهانی. ۱۳۸۶. تاثیر مقادیر پلیمر سوپرجاذب (Tarawat A200) و سطوح تنش خشکی بر عملکرد و اجزای عملکرد سویا (*Glycine max* L.). پژوهش و سازندگی در زراعت و باغبانی جلد ۷۵، صص ۱۶۷-۱۷۴.

11. Al-Humaid, A.I. and A. E, Moftah. 2007. Effects of hydrophilic polymer on the survival of buttonwood seedlings grown under drought stress. Journal of Plant Nutrition, 30: 53–66.
12. Al-Harbi, A.R., A. M., Al-Omran, A. A. Shalaby, and M. I. Choudhary. 1999. Efficacy of a hydrophilic polymer declines with time in greenhouse experiments. HortScience, 34(2): 223-224.
13. Ali, A. and A.Yazar. 2007. Effect of micro-catchment water Harvesting on soil-water storage and shrub establishment in the arid environment. International Journal of Agricultural and Biology, 9(2): 302-306.
14. Bouranis, D. L., A.G. Theodoropoulos, and J. B. Drossopoulos. 1995. Designing synthetic polymers as soil conditioners. Communications in Soil Science and Plant Analysis, 26(9-10): 1455-1480.
15. Englert, J.M., K., Warren, L. H. Fuchigami, and T. H. H. Chen. 1993. Antidesiccant compounds improve the survival of bare-root deciduous nursery trees. Journal of the American Society of Horticultural Science, 118: 228–235.
16. Faust, M. 1988. Physiology of temperate fruit trees. John wiley and Sons Press. New York..
17. Gazorypour, H. R. 1997. The construction of contour banking as a small catchment for multipurpose crops production; A case study Jihad Engineering Services Company, omran-e-Kavir Consulting engineers.Yazd.I.R.Iran, pp765-771.
18. Huttermann, A., M. Zommrodin. and K. Reise. 1999. Addition of hydrogels to soil for prolonging the survival of *Pinus halepensis* seedlings subjected to drought. Soil and Tillage Reasersh, 50: 295-304.
19. Isaakadis, A., T., Sotiropoulos, D., Almaliotis, I. Therios, and D. Stylianidis. 2004. Response to severe water stress of the almond (*Prunus amygdalus*) Ferragnes grafted on eight rootstocks. New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science, 32: 355-362.
20. Li, X.Y., L.Y., Liu, S.Y., Gao, P.J., Shi, X.Y. Zou, and , C.L. Zhang. 2005. Microcatchment water harvesting for growing *Tamarix ramosissima* in the semiarid loess region of China. Forest Ecology and Management, 214: 111-117.
21. Mbilinyi, B.P., S. D., Tumbo, H.F., Mahoo, E.M. Senkondo, and N. Hatibu. 2005. Indigenous knowledge as decision support Tool in rainwater harvesting. Physics and Chemistry of the Earth, 30 (11-16): 792 – 798.
22. Mirali, N. and I. Nabulsi. 2003. Genetic diversity of almonds (*Prunus dulcis*) using RAPD technique. Scientia Horticulturae, 98: 461–471.

23. Ojasvi, P.R. and R.K. Goyal. 1999. The microcatchment water harvesting techniques For the plantation of jujube (*Zizyphus mauritiana*) in an agroforestry system under arid codition. Agricultural Water Management, 41(3): 139 – 147.
24. Prinz, D. 1994. Waterharvesting past and future. In: Pereira LS. (ed). Sustainability of Irrigated Agriculture. Proceeding of the NATO Advenced Research Workshop.
25. Sepaskhah, A.R. and H.R. Fooladvand. 2004. A computer model for design of microcatchment water harvesting systems for rain-fed vineyard. Agricultural Water Management, 64(3): 213-232.
26. Sharma, K.D. 1986. Runoff behavior of water harvesting microcatchments. Agricultural Water Management, 11(2): 137-144.
27. Westwood, M.N. 1993. Temperate-zone Pomology: Physiology and Culture. 3th Ed. Timber Press, Portland, Oregon.